

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengertian Intercooler

Pada sebuah mesin induk kapal harus dilengkapi dengan komponen inter cooler. Lantas apa itu intercooler dan apa saja fungsinya pada mesin? Intercooler adalah sebuah komponen pelepas panas yang digunakan untuk mengurangi suhu zat yang memasukinya dalam hal ini udara yang didinginkan.

#### 2.2 Peranan Intercooler Pada Mesin Induk

Dalam pesawat ini peranannya sangatlah penting buat mesin induk dikapal, intercooler dikapal sebagai pendingin udara bilas yang sudah diproses oleh *turbocharger* yang akan dimanfaatkan sebagai tambahan tenaga mesin, pada umumnya bentuk dari intercooler sangatlah simple yang berbentuk seperti kisi-kisi atau sama dengan radiator mobil. Bentuk atau susunan kisi-kisi itu mempunyai fungsi agar udara bilas yang masuk kedalam intercooler berjalan secara pelan-pelan agar pendinginan udara bilas bisa maksimal, udara bilas yang masuk kedalam intercooler didinginkan oleh air laut sebelum kembali lagi dihisap oleh inlet *valve* sebagai tenaga tambahan mesin utama.

#### 2.3 Cara kerja Intercooler Mesin Induk

Intercooler di kapal berfungsi sebagai alat yang mendinginkan udara bilas yang akan dimanfaatkan sebagai tambahan tenaga mesin. Cara kinerja Intercooler Mesin Utama:

1. Udara sisa pembakaran mesin induk keluar dari *exhaust valve*.
2. Melewati *manifold* gas buang.

3. Masuk ke dalam *turbocharger* didalam *turbocharger* gas buang diproses Turbin side. dan *blower side* dimana gas buang dimanfaatkan sebagai udara bilas.
4. Kemudian melewati *manifold* udara bilas.
5. Masuk kedalam intercooler ,didalam intercooler udara yang bertekanan rata-rata dengan suhu atau temperature yang lumayan panas,maka didalam intercooler udara bilas didinginkan melewati kisi-kisi dengan menggunakan media pendinginan air laut.
6. Setelah didinginkan oleh intercooler barulah udara bilas dihisap oleh *In take valve* yang akan dimanfaatkan sebagai tambahan tenaga mesin Induk.

#### **2.4 Aliran Pendinginan Intercooler Mesin Induk**

Media pendinginan intercooler adalah menggunakan air laut dengan system pendinginan terbuka ,yaitu dimana air laut masuk melalui *sea chest* lalu bersirkulasi sebagai pendinginan kemudian akan kembali lagi ke laut melalui *over board*, adapun urutan-urutan pendingin air laut

1. Air laut masuk melalui *sea chest*.
2. Kemudian air laut di *supply* keseluruh kapal dengan pompa CSW (*Cooling Sea Water*).
3. Masuk ke dalam Intercooler untuk mendinginkan udara bilas.
4. Dari Intercooler air mengalir ke *Fresh Water Cooler*.
5. Masuk ke dalam *Reduction Gear* Untuk mendinginkan oil pelumasan.
6. Dari *Reduction Gear* air laut mengalir ke *LO cooler*.
7. Dari *LO cooler* barulah air laut kembali lagi kelaut melalui *over board*.

## 2.5 Bahan Intercooler Mesin Induk

Intercooler ini dipakai untuk mendinginkan udara bilas yang akan masuk kedalam mesin untuk memperoleh keuntungan-keuntungan yang besar dari out put nya. Biasanya intercooler terbuat dari susunan plate-plate yang terdiri dari :

1. Campuran alumunium dengan kuningan.
2. *Copper-nikel.*
3. *Titanium.*

## 2.6 Alat Keselamatan Intercooler

Dalam pengoperasian intercooler ada beberapa alat keselamatan yang harus diperhatikan, antara lain :

1. Katub cerat

Katub cerat adalah alat yang digunakan untuk mencerat air yang terdapat didalam intercooler.

2. Kran *inlet* dan kran *outlet*.

- a. Kran inlet adalah kran yang berfungsi sebagai pintu masuk udara kedalam intercooler dan udara yang masuk akan keluar melalui *turbo charger*.

- b. Kran outlet adalah kran yang berfungsi sebagai pintu keluarnya udara dari intercooler.

3. Safety valve

*Safety valve* adalah valve yang berfungsi sebagai *valve* keselamatan apabila terjadi kebocoran pada intercooler.

## 2.7 Sistem Intercooler Mesin Induk KN.TRISULA P.111

Prinsip kerja Intercooler kapal adalah mendinginkan udara yang akan digunakan untuk pembakaran mesin induk yang dihisap oleh *turbocharger* guna kelancaran *Internal Combustion Engine* pada mesin diesel. Oleh karena itu relative kecilnya panas jenis dari udara, maka jenis cooler dengan pipa-pipa bersayap selalu dipergunakan. Sayap ini dipasang di bagian luar pipa atau di sisi udara dengan tujuan memperluas permukaan pemindahan panas dari udara ke air laut.

Dalam hal ini pipa bersayap yang dipasang pada intercooler adalah pipa yang mempunyai kemampuan penyerapan panas yang baik. begitu juga dengan halnya pada pipa air laut yang digunakan pada intercooler ini mempunyai ketahanan yang cukup baik terhadap korosi dan kikisan air laut yang dapat merusak, karena pipa-pipa ini terbuat dari campuran bahan tembaga atau yang terbuat dari campuran kuningan yang tahan terhadap korosi/karat yang di akibatkan oleh air laut yang melewatinya.



Gambar 2.1 Intercooler KN.TRISULA P.111

Sumber. Kamar Mesin KN.Trisula P.111,2018

## 2.8 Aliran Udara Yang Melewati Intercooler

Aliran udara yang akan masuk kedalam silinder sangat berpengaruh pada proses pembakaran dalam (*internal combustion*) karena dalam proses pembakaran pada motor diesel, suhu dan kepadatan udara sangat mempengaruhi besarnya tenaga dan juga hasil dari pembakaran pada motor diesel tersebut.

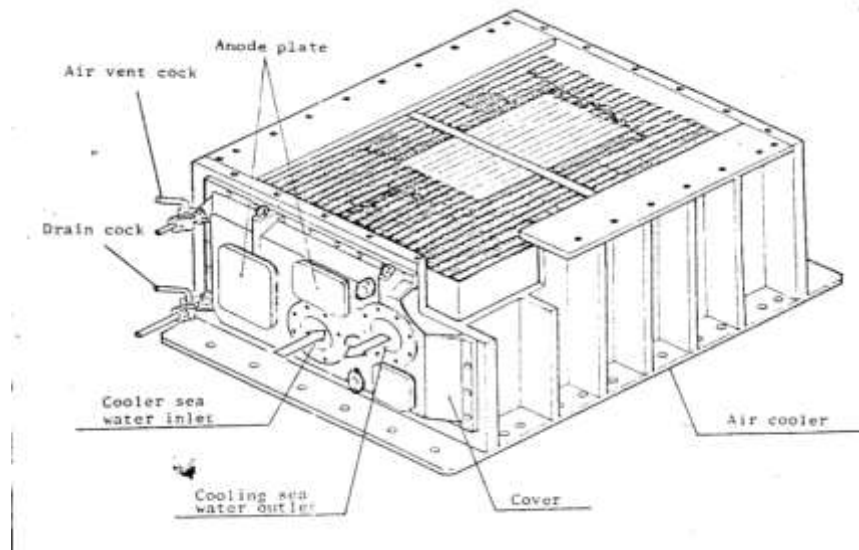
Aliran udara yang melewati intercooler akan mempunyai suhu yang rendah dan mempunyai kepadatan udara yang lebih tinggi. Jumlah berat udara yang masuk dalam silinder akan lebih banyak, sehingga pembakaran yang terjadi didalam silinder akan lebih sempurna dan tenaga yang dihasilkan akan lebih besar sesuai yang diinginkan.

Apabila udara yang melewati intercooler yang dihisap oleh turbo charger mempunyai suhu udara yang tinggi, maka akan terjadi kerenggangan terhadap udara dan jumlah berat udara yang akan masuk ke dalam silinder sedikit sehingga pembakaran yang akan dihasilkan oleh motor diesel kurang sempurna dan tenaga yang dihasilkan oleh motor diesel juga berkurang.

Sebaliknya, apabila udara yang melewati intercooler yang dihisap oleh *turbocharger* mempunyai suhu yang terlalu rendah atau mempunyai kepadatan yang terlalu tinggi sangat berdampak negatif bagi pembakaran dalam (*internal combustion*) mesin diesel tersebut. Hal ini dapat mengakibatkan terjadinya keretakan pada dinding-dinding silinder liner karena adanya perubahan zat yang tidak seimbang antara mesin diesel dengan suhu udara yang terlalu rendah dan kepadatan udara yang masuk dalam silinder.

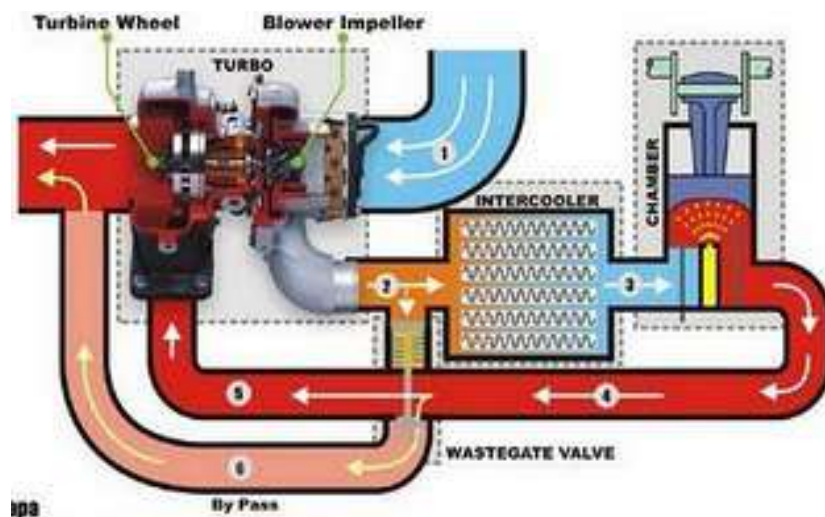
Oleh karena itu aliran udara yang melewati intercooler yang di gunakan untuk proses pembakaran dalam (*internal combustion*) pada mesin diesel harus diperhatikan. Dalam hal ini suhu dan kepadatan udara yang akan masuk

kedalam silinder mempunyai peranan yang sangat penting dalam proses pembakaran dalam (*internal combustion*) pada motor diesel tersebut.



Gambar 2.2 Bagian-bagian Intercooler

Sumber. <https://www.google.com/search?q=gambar+bagian+bagian+intercooler+mesin+induk+kapal,2019>



Gambar 2.3 Aliran Udara Bilas Ke Intercooler

Sumber. <https://www.google.com/search?q=gambar+bagian+bagian+intercooler+mesin+induk+kapal,2019>

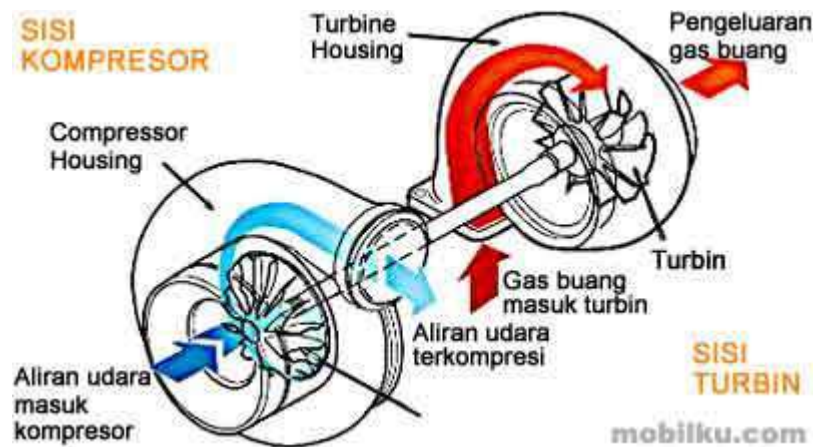
## 2.9 Turbocharger

*Turbocharger* menjadi alternatif terbaik untuk meningkatkan daya yang bisa dihasilkan mesin, tanpa harus menambah bobot. Selain itu, ukurannya yang kompak dan proses pemasangannya yang sederhana, membuat turbo juga populer *di aftermarket*.

Prinsip kerja turbo, mengkompresi udara ke mesin untuk meningkatkan jumlah molekul oksigen yang masuk ke silinder. Tingginya molekul oksigen yang masuk mendorong tambahan pasokan bahan bakar. Dengan demikian, lebih banyak bahan bakar yang dibakar, hingga daya yang diproduksi meningkat.



Gambar 2.4 Turbocharger KN.Trisula P.111  
 Sumber. Kamar Mesin KN.Trisula P.111,2018



Gambar 2.5 Sisi Kompresor Udara Bilas

Sumber.<https://www.google.com/search?q=gambar+bagian+bagian+intercooler+mesin+induk+kapal,2019>

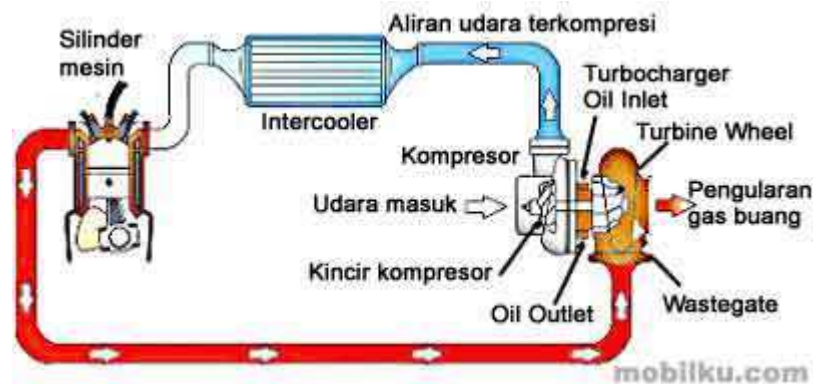
Tekanan udara yang dikompresi bisa meningkat hingga 8 psi (*pounds per square inch*) dibandingkan tekanan normal. Bila tekanan normal di permukaan laut sebesar 14.7 psi, maka udara yang dikompresi mempunyai tekanan hingga 50% lebih tinggi. Namun tidak berarti power yang dihasilkan meningkat 50%. Karena ada sebagian daya yang hilang/inefisiensi. Peningkatan daya optimal turbo bisa 30 - 40 persen lebih banyak.

Untuk melakukan kompresi, turbo memanfaatkan aliran gas buang dari mesin untuk memutar turbin, yang meneruskan putaran ke kompresor udara. Turbin ini bisa berputar hingga 150,000 putaran tiap menit (rpm) atau 30 kali putaran mesin mobil pada umumnya. Temperatur perangkat ini juga bisa melesat naik, ketika bersentuhan dengan gas buang. Dengan kondisi



kerja seperti itu, turbo membutuhkan material berkualitas tinggi dengan pengerjaan super presisi.

Perangkat turbo dipasang pada *exhaust manifold*, sedangkan kompresor udara diletakkan diantara air filter dan *intake manifold*. Udara yang dikompresi, suhunya naik dan ketika suhu naik, udara akan memuai lagi. Akibatnya, meskipun tekanan udara yang masuk ruang bakar tinggi, tapi jumlah molekul udara yang dibutuhkan untuk pembakaran menjadi berkurang. Oleh karena itu, maka ditambahkan perangkat intercooler yang berfungsi menurunkan suhu udara kompresi.



Gambar.2.6. Aliran Udara Bilas Pada Turbo

Sumber.<https://www.google.com/search?q=gambar+bagian+bagian+intercooler+mesin+induk+kapal,2019>

Di sisi lain penggunaan turbo juga menimbulkan kerugian pada mesin. Pemasangan turbin membuat aliran gas buang menjadi tidak lancar. Mesin juga harus mengeluarkan tenaga ekstra untuk melawan tekanan balik dari saluran gas buang.

Selain itu gejala *knocking*/nglitik juga sering ditemui Ini disebabkan karena udara kompresi yang bersuhu tinggi ketika masuk ke ruang bakar yang bertekanan tinggi, bisa memicu pembakaran sebelum injektor memercikkan api. Oleh karena itu, kapal dengan perangkat turbo seringkali membutuhkan bahan bakar dengan oktan tinggi, guna menghindari gejala

knocking. Kini mesin-mesin modern yang dilengkapi turbo, sudah dilengkapi semacam *adjuster* yang bisa menyesuaikan kompresi udara secara presisi sesuai kebutuhan mesin.

Masalah lain yang sering ditemui kapal dengan perangkat turbo adalah turbo lag. Kondisi ini terjadi karena turbo tidak bisa seketika menghadirkan tambahan daya saat gas ditekan (turbo baru bekerja pada putaran tertentu). Baru beberapa detik kemudian tambahan daya bekerja,

Cara untuk meminimalkan efek ini adalah memangkas bobot komponen yang berputar. Ini membuat turbin dan kompresor lebih mudah berakselerasi untuk melakukan kompresi. Cara lainnya, dengan menggunakan material baru seperti *ceramic turbine blades*. Material baru ini lebih ringan dari baja, hingga lebih mudah berputar. Efek ini nyaris tidak terasa pada mesin dengan teknologi turbo modern.

Kebanyakan turbo charger memiliki *wastegate*, semacam katup pengaman yang memungkinkan gas buang menerobos keluar tanpa melewati turbin. Katup ini bekerja berdasarkan sensor tekanan. Bila tekanan udara terlalu tinggi, berarti turbin berputar terlalu cepat, maka exhaust dibuang lewat *wastegate*, hingga rotasi turbin melambat.

Karena turbo bekerja pada kondisi temperatur, kecepatan dan tekanan tinggi, maka performa optimum bisa didapat jika alat ini dioperasikan dan dirawat dengan benar. Kerusakan yang sering terjadi biasanya akibat buruknya lubrikasi, atau masuknya partikel abrasif pada oli. Sebab lain adalah lolosnya partikel berukuran besar pada aliran udara yang tersedot masuk. Juga benda-benda yang tersembur keluar dari *exhaust*, seperti kerak karbon, serpihan komponen mesin, dll berperan menimbulkan kerusakan.

Agar turbo bekerja sempurna, maka;

1. Turbo harus dirawat sesuai rentang waktu yang direkomendasikan.
2. Gunakan selalu oli yang direkomendasi produsen..

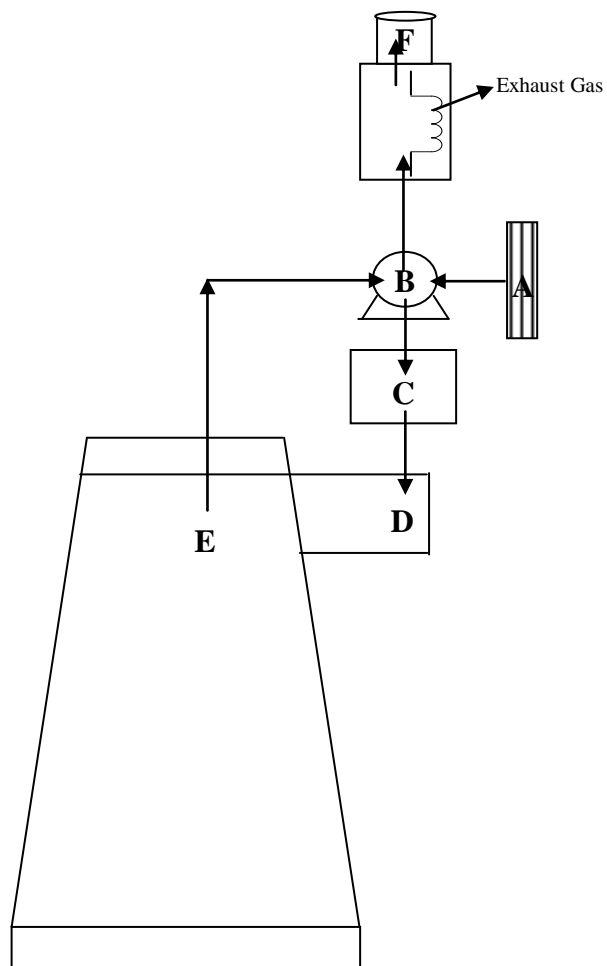
3. Periksa setiap kebocoran oli, suara-suara aneh dan getaran yang tidak wajar.
4. Power kurang, suara keras, asap biru atau hitam, kemungkinan mengindikasikan masalah pada mesin, bukan turbo.
5. Panaskan mesin beberapa saat, tunggu temperatur oli mesin mencapai suhu kerja optimal sebelum menggenjot pedal gas dalam-dalam untuk mengaktifkan turbo.
6. Jangan memainkan pedal gas, karena kemungkinan lubrikan komponen turbo belum sempurna. Sebaliknya, biarkan mesin *idle* beberapa saat sebelum mesin dimatikan. Bila mesin dimatikan seketika, maka pasokan oli mesin ke turbo otomatis terhenti, sementara turbo masih berputar dengan kecepatan tinggi. Ini bisa menciderai bearing. Pada mesin-mesin dengan teknologi turbo terbaru, ritual seperti itu tidak perlu lagi.

Fungsi intercooler dalam Turbo adalah sebagai penurunan suhu mesin yang sangat tinggi setelah diambil dari katup buang. Ada sejumlah keuntungan yang dirasakan oleh para penggunanya. Pertama, turunnya suhu udara menyebabkan molekul udara menjadi lebih padat. Semakin padat molekul udara didalam saluran masuk semakin besar pula tenaga yang dihasilkan mesin tersebut. Selain itu, temperatur lebih rendah juga mengurangi gejala gelitik (*knocking*). Sesuai kebutuhan dan perkembangannya. Intercooler didesain berbagai bentuk. Pertimbangan desainnya lebih di utamakan untuk mengoptimalkan pendinginan udara tanpa perlu banyak mengurangi tekanan turbo (*Turbo Pressure*)

#### **2.10 Alat-Alat Yang Berhubungan Dengan Intercooler**

1. Fresh water cooler
2. LO cooler
3. Turbo charger
4. Sea chest

5. Cooling sea water pump
6. Over board
7. Manifold udara bilas
8. Manifold gas buang



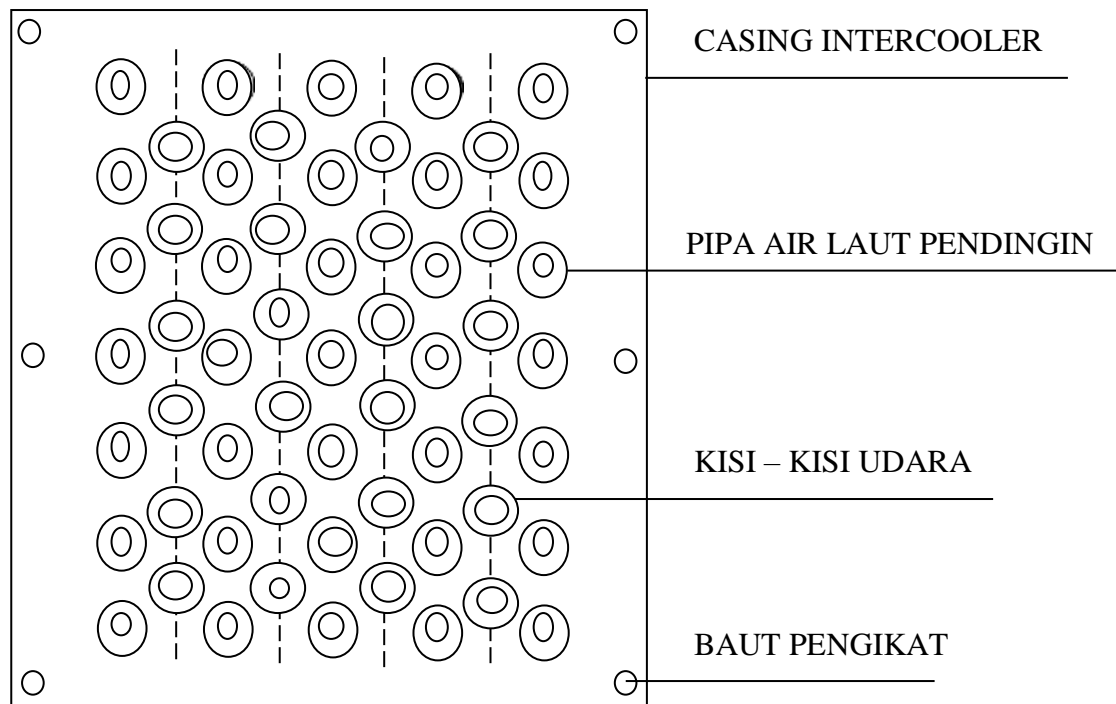
Gambar 2.7. Aliran Udara Yang Melalui Intercooler

Sumber. <https://www.google.com/search?safe=gambar+sistem+udara+bilas+intercooler+mesin+induk+kapal&gs,2019>

Keterangan gambar 2.7

A. Saringan (filter).

- B. Turbocharger.
- C. Air Intercooler.
- D. Ruang udara (*Scavenging Trunk*).
- E. Mesin Induk.
- F. Exhaust Manifold.



Gambar 2.8. Penampang Depan *Intercooler*

Sumber. <https://www.google.com/search?safe=gambar+penampang+depan+intercooler+mesin+induk&aq,2019>